

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-154329

(43)Date of publication of application : 16.06.1995

(51)Int.Cl.

H04B 10/08

H04B 10/17

H04B 10/16

(21)Application number : 05-301459

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 01.12.1993

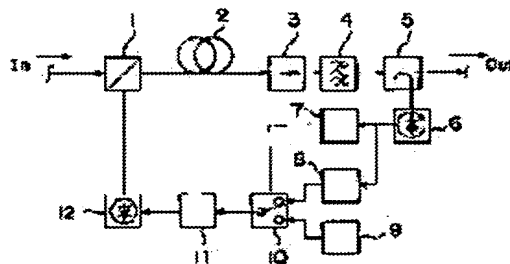
(72)Inventor : HARA YASUSHI

## (54) LIGHT AMPLIFYING REPEATER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide the light amplifying repeater, which reduces an input loss, for detecting whether signal light is inputted or not with high sensitivity even when the input of signal light to be made incident is small and for stably performing a light amplifying operation until recovering a normal light amplifying state from a standby state.

**CONSTITUTION:** A light wavelength synthesizing coupler 1, rare earth added optical fiber 2, optical isolator 3, optical filter 4 and excitation light source 12 are functioned as light amplifying means. Optically amplified output light branched from a photocoupler 5 is monitored by a photodetector 6 and a signal light detection/wait control circuit 7 and since a switching control signal is outputted to a switching circuit 10 corresponding to whether the signal light is inputted or not, the connection to an excitation light source driving circuit 11 is switched to an output control circuit 8 or a pulse generating circuit 9. The light amplifying means periodically performs the light amplifying operation corresponding to a pulse signal from the pulse generator 9 at waiting time with no input, performs the normal light amplifying operation due to the output control circuit 8 when the signal light is inputted again, and is automatically recovered from the standby state.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.06.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2513151

[Date of registration]

30.04.1996

: [Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

: [Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

: [Date of extinction of right] 30.04.2002

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

JP-A-H07-154329

[0002]

[Prior Art]

An example of the conventional optical amplification repeater includes the configuration shown in Figure 4. For this optical amplification repeater, when signal light falls to repeater input In, the optical coupler 24 splits the signal light. One outputs to optical wavelength combining coupler (WDM) 25, and another outputs to the optical detector 34.

[0003]

Optical wavelength combining coupler (WDM) 25 combines the signal light and the pump light from the pump light source 33 and outputs to the rare earth doped optical fiber (EDF) 26. The rare earth doped optical fiber (EDF) 26 absorbs the pump light, and directly amplifies signal light to be amplification output signal light. Optical isolator 27 prevents oscillation generated by reflection from outside at amplifying light, and the optical filter 28 removes the remaining pump light and spontaneously emitted light occurred by rare earth doped optical fiber (EDF) 26. At this time, the optical wavelength combining coupler (WDM) 25, rare earth doped optical fiber (EDF) 26, optical isolator 27, optical filter 28, and pump light source 33 are all activated as optical amplification means of the front pumping.

[0004]

In addition, the amplification output signal light which is directly amplified is split by the optical coupler 29. One is output from the repeater, and another is input to the optical detector 30. This makes the optical detector 30 outputs the optical output monitor signal, which is the electric signal corresponding to the optical power, to the output control circuit 31. The output control circuit 31 monitors the optical output monitor signal from the optical detector 30 and outputs the control signal to control the pump light source driving circuit 32, so that the repeater output Out will be stable. Because the pump light source driving circuit 32 outputs driving signal to operate the pump light source 33 according to the control signal, the pump light mentioned above is excited from the pump light source 33.

[0005]

On the other hand, the optical detector 34 outputs optical input monitor signal of the electric signal which is proportional to the signal optical power entered to the repeater input In. The signal input detection/standby control circuit 35 compares optical input monitor signal and the specific threshold value. When the signal light is input (normal time), driving command control signal is output to the pump light source driving circuit 32. The pump light source driving circuit 32 outputs the driving signal by referencing the driving command control signal to the control signal which is mentioned.

[0006]

When the repeater input In is cut off, and no signal light is input, the optical input monitor signal will be lower than the specified threshold value. The signal input detection/standby control circuit 35 outputs pump light source stop control signal instead of driving command control signal. When the pump light source driving circuit 32 receives pump light source stop control signal, the repeater is set in the standby state to stop output of driving signal to the pump light source 33 despite the control signal from the output control circuit 31.

[0007]

From this standby state, when signal light is input to the repeater input In, and the optical input monitor signal becomes larger than the threshold value, the signal input detection/operation control circuit 35 removes the pump light source stop control signal, and optical amplification restarts by optical amplification means to output the driving command control signal to the pump light source driving circuit 32 again.

[0008]

In other word, the output control circuit 31 operates as signal light control means which outputs the control signal to control driving for the pump light source 33 according to the detected result of existence of signal light input. The signal input detection/standby control circuit 35 and the pump light source driving circuit 32 operate as standby means to stop the optical amplification means and set in the standby state according to the detected result of existence of signal light input.

[0009]

Incidentally, the technology related to the optical amplifier which is used for such optical amplification repeater is disclosed in Kokai No. 2-273976.

[0010]

[Problems to be Solved by the Invention]

The optical amplification repeater mentioned above have optical coupler to detect the input state of the signal light which is entered the repeater input in the beginning stage of input. However, the optical coupler loses light and makes the input of the signal light smaller. This makes a problem which the signal-to-noise ratio is deteriorated. In addition, since the signal light to be entered is split by the optical coupler for detection, if the input of the signal light is small, it is basically difficult to detect the input of the signal light, and it may be erroneously detected. Therefore, there is a problem that the optical amplification operation from standby state to recovering to the normal optical amplification state may become easily unstable.

Figure 4

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-154329

(43) 公開日 平成7年(1995)6月16日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 10/08 10/17 10/16		9372-5K 9372-5K	H 0 4 B 9/ 00	K J
審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 5 頁)				

(21) 出願番号 特願平5-301459

(22) 出願日 平成5年(1993)12月1日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 原 康

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

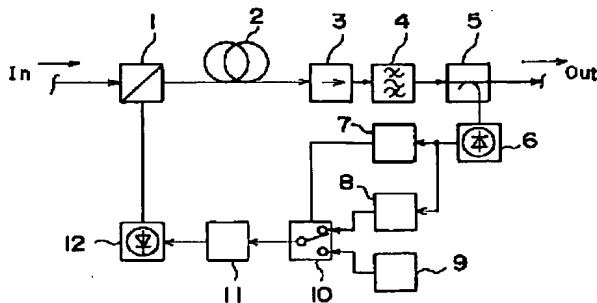
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

## (54) 【発明の名称】 光増幅中継器

## (57) 【要約】

【目的】 入射される信号光の入力が小さくても信号光の入力の有無を高感度に検出できると共に、待機状態から通常の光増幅状態に復帰するまでの光増幅動作を安定して行い得る入力損失の小さな光増幅中継器を提供すること。

【構成】 光波長合成カプラ1、希土類添加光ファイバ2、光アイソレータ3、光フィルタ4、及び励起光源12は光増幅手段として機能する。光カプラ5から分岐される光増幅出力光は、光検出器6及び信号光検出・待機制御回路7で監視され、信号光の入力の有無に応じて切り替え回路10へ切り替え制御信号が出力されるので、励起光源駆動回路11に対する接続は出力制御回路8又はパルス発生回路9に切り替えられる。光増幅手段は、入力無しの待機時にパルス発生器9からのパルス信号により定期的に光増幅動作され、再度信号光の入力が有ると出力制御回路8による通常の光増幅動作が行われ、待機状態から自動復帰する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 入射された信号光を励起光源から励起される励起光との間で合波した後、該励起光を除去して該信号光を直接増幅した増幅信号出力光を得る光増幅手段と、前記増幅信号出力光より前記信号光の入力の有無を検出した結果に応じて前記励起光源に対する駆動を制御するための制御信号を出力する信号光制御手段と、前記制御信号に従って前記光増幅手段の動作を停止させて待機状態にする待機手段と、前記光増幅手段を定期的に前記待機状態になすためのパルス信号を出力するパルス信号発生手段と、前記制御信号と前記パルス信号とを切り替える切り替え手段と、前記増幅信号出力光より前記信号光の入力の有無を検出した結果に応じて前記切り替え手段を切り替えるための切り替え制御信号を発生する切り替え制御手段とを含むことを特徴とする光増幅中継器。

**【請求項 2】** 入射された信号光を直接増幅した増幅信号光を励起光源から励起される励起光との間で合波した後、該励起光を除去する光増幅手段と、前記増幅信号出力光より前記信号光の入力の有無を検出した結果に応じて前記励起光源に対する駆動を制御するための制御信号を出力する信号光制御手段と、前記制御信号に従って前記光増幅手段の動作を停止させて待機状態にする待機手段と、前記光増幅手段を定期的に前記待機状態になすためのパルス信号を出力するパルス信号発生手段と、前記制御信号と前記パルス信号とを切り替える切り替え手段と、前記増幅信号出力光より前記信号光の入力の有無を検出した結果に応じて前記切り替え手段を切り替えるための切り替え制御信号を発生する切り替え制御手段とを含むことを特徴とする光増幅中継器。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** 本発明は、回線未使用時に信号光の入力無状態を検出して光増幅動作を停止させる待機機能を有する光増幅中継器に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 従来の光増幅中継器としては、例えば図 4 に示されるような構成のものが挙げられる。この光増幅中継器では、中継器入力  $I_n$  に信号光が入射されると、光カプラ 24 が信号光を分岐し、一方を光波長合成カプラ (WDM) 25 へ出力し、他方を光検出器 34 へ出力する。

**【0003】** 光波長合成カプラ (WDM) 25 では信号光と励起光源 33 から励起された励起光とを合波して希土類添加光ファイバ (EDF) 26 へ出力する。希土類添加光ファイバ (EDF) 26 では励起光を吸収し、信号光を直接増幅して増幅出力信号光とする。光アイソレータ 27 は光増幅に際して外部からの反射による発振等を防止し、光フィルタ 28 は残留励起光及び希土類添加光ファイバ (EDF) 26 で発生した自然放光を除去

する。ここで、光波長合成カプラ (WDM) 25、希土類添加光ファイバ (EDF) 26、光アイソレータ 27、光フィルタ 28、及び励起光源 33 は、合わせて前方励起の光増幅手段として機能する。

**【0004】** 更に、直接増幅された増幅出力信号光は光カプラ 29 で分岐され、一方は中継器出力  $O_u$  となり、他方は光検出器 30 に入力される。これによって、光検出器 30 は光パワーに比例した電気信号である光出力モニタ信号を出力制御回路 31 へ出力する。出力制御回路 31 は光検出器 30 からの光出力モニタ信号を監視し、中継器出力  $O_u$  が常時一定となるように励起光源駆動回路 32 を制御すべく制御信号を出力する。励起光源駆動回路 32 では制御信号に応じて励起光源 33 を駆動すべく駆動信号を出力するので、励起光源 33 からは上述した励起光が励起される。

**【0005】** 一方、光検出器 34 では中継器入力  $I_n$  に入射された信号光のパワーに比例した電気信号である光入力モニタ信号を出力する。信号入力検出・待機制御回路 35 は光入力モニタ信号と所定の閾値とを比較して信号光が入力される通常時は駆動指令制御信号を励起光源駆動回路 32 に出力するので、励起光源駆動回路 32 は上述した制御信号に対して駆動指令制御信号を参照した上で駆動信号を出力する。

**【0006】** 他方、中継器入力  $I_n$  が断状態となって信号光が入力されなくなると、光入力モニタ信号は所定の閾値以下となるので、信号入力検出・待機制御回路 35 は駆動指令制御信号の代わりに励起光源停止制御信号を出力する。励起光源駆動回路 32 は励起光源停止制御信号を受けると、出力制御回路 31 からの制御信号に拘らず励起光源 33 に対する駆動信号の出力を停止するため、中継器は待機状態となる。

**【0007】** この待機状態から再び中継器入力  $I_n$  に信号光が入力されて光入力モニタ信号が閾値よりも大きくなると、信号入力検出・動作制御回路 35 は励起光源停止制御信号を解除して再度駆動指令制御信号を励起光源駆動回路 32 に出力するため、光増幅手段による光増幅動作が再開される。

**【0008】** 即ち、出力制御回路 31 は、信号光の入力の有無を検出した結果に応じて励起光源 33 に対する駆動を制御するための制御信号を出力する信号光制御手段として機能し、信号入力検出・待機制御回路 35 及び励起光源駆動回路 32 は、信号光の入力の有無を検出した結果に応じて光増幅手段の動作を停止させて待機状態にする待機手段として機能する。

**【0009】** 因みに、このような光増幅中継器に用いられる光増幅器に関連する技術は、特開平 2-273976 号公報に開示されている。

**【0010】**

**【発明が解決しようとする課題】** 上述した光増幅中継器の場合、中継器入力に入射される信号光の入力状態を検

出するために光カプラを入力初段に備えているが、この光カプラは光損失を生じて信号光の入力を小さくしてしまうため、結果として信号対雑音比が劣化されるという問題がある。又、入射される信号光を光カプラによって分岐して検出しているため、信号光の入力が小さい場合には根本的に信号光の入力の有無を検出することが困難になり、場合によっては誤検出を起こす危険があるため、一旦待機状態になってから通常の光増幅状態に復帰するまでの光増幅動作が不安定になり易いという問題がある。

【0011】本発明は、かかる問題点を解決すべくされたもので、その技術的課題は、入射される信号光の入力が小さくても信号光の入力の有無を高感度に検出できると共に、待機状態から通常の光増幅状態に復帰するまでの光増幅動作を安定して行い得る入力損失の小さな光増幅中継器を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、入射された信号光を励起光源から励起される励起光との間で合波した後、該励起光を除去して該信号光を直接増幅した増幅信号出力光を得る光増幅手段と、増幅信号出力光より信号光の入力の有無を検出した結果に応じて励起光源に対する駆動を制御するための制御信号を出力する信号光制御手段と、制御信号に従って光増幅手段の動作を停止させて待機状態にする待機手段と、光増幅手段を定期的に待機状態にすためのパルス信号を出力するパルス信号発生手段と、制御信号とパルス信号とを切り替える切り替え手段と、増幅信号出力光より信号光の入力の有無を検出した結果に応じて切り替え手段を切り替えるための切り替え制御信号を発生する切り替え制御手段とを含む光増幅中継器が得られる。

【0013】又、本発明によれば、入射された信号光を直接増幅した増幅信号光を励起光源から励起される励起光との間で合波した後、該励起光を除去する光増幅手段と、増幅信号出力光より信号光の入力の有無を検出した結果に応じて励起光源に対する駆動を制御するための制御信号を出力する信号光制御手段と、制御信号に従って光増幅手段の動作を停止させて待機状態にする待機手段と、光増幅手段を定期的に待機状態にすためのパルス信号を出力するパルス信号発生手段と、制御信号とパルス信号とを切り替える切り替え手段と、増幅信号出力光より信号光の入力の有無を検出した結果に応じて切り替え手段を切り替えるための切り替え制御信号を発生する切り替え制御手段とを含む光増幅中継器が得られる。

【0014】

【実施例】以下に実施例を挙げ、本発明の光増幅中継器について、図面を参照して詳細に説明する。

【0015】図1は、本発明の一実施例に係る光増幅中継器の基本構成をブロック図により示したものである。

【0016】この光増幅中継器においては、中継器入力

1nに信号光が入射されると、信号光は入力初段に設けられた光波長合成カプラ(WDM)1に入力される。光波長合成カプラ(WDM)1では信号光と励起光源12から励起された励起光とを合波して希土類添加光ファイバ(EDF)2へ出力する。希土類添加光ファイバ(EDF)2では励起光を吸収し、信号光を直接増幅して増幅信号出力光とする。光アイソレータ3は光増幅に際して外部の反射による発振等を防止し、光フィルタ4は残留励起光及び希土類添加光ファイバ(EDF)2で発生した自然放出光を除去する。

【0017】ここでは、光波長合成カプラ(WDM)

1、希土類添加光ファイバ(EDF)2、光アイソレータ3、光フィルタ4、及び励起光源12が前方励起の光増幅手段として機能する。

【0018】又、直接増幅された増幅信号出力光は光カプラ5で分岐され、一方は中継器出力Outとなり、他方は光検出器6に入力される。これによって、光検出器6は光パワーに比例した電気信号である光出力モニタ信号を信号光検出・待機制御回路7及び出力制御回路8へ出力する。出力制御回路8は光検出器6からの光出力モニタ信号の出力を監視し、切り替え回路10を介して中継器出力Outが常時一定となるように励起光源駆動回路11を制御すべく制御信号を出力する。これにより、励起光源駆動回路11では制御信号に応じて励起光源12を駆動すべく駆動信号を出力し、励起光源12からは上述した励起光が励起される。信号光検出・待機制御回路7は光出力モニタ信号の出力を監視し、信号光の入力の有無に応じて切り替え回路10に切り替え制御信号を出力する。

【0019】切り替え回路10は、その入力側における一方の端子が出力制御回路8に接続され、他方の端子が光増幅手段を定期的に動作するためのパルス信号を発生するパルス発生回路9に接続され、上述した切り替え制御信号に従って制御信号とパルス信号との何れかを選択する。この切り替え回路10は、信号光の入力が有るときの切り替え制御信号を入力した場合には出力制御回路8側に接続され、信号光の入力が無いときの切り替え制御信号を入力した場合にはパルス発生回路9側に接続されるように動作する。

【0020】即ち、この光増幅中継器では、出力制御回路8が光増幅手段より信号光の入力の有無を検出した結果に応じて励起光源12に対する駆動を制御するための制御信号を出力する信号光制御手段として機能し、信号光検出・待機制御回路7が光増幅手段より信号光の入力の有無を検出した結果に応じて切り替え手段としての切り替え回路10を切り替えるための切り替え制御信号を発生する切り替え制御手段として機能する。又、励起光源駆動回路11は、制御信号に従って光増幅手段の動作を停止させて待機状態にする待機手段として機能する。但し、この光増幅中継器の場合、信号光の入力が無いと



きの待機状態では信号光検出・待機制御回路 7 からの切り替え制御信号によって切り替え回路 10 がパルス発生回路 9 側に接続され、パルス発生回路 9 からのパルス信号が励起光源駆動回路 11 へ出力されるため、待機状態では光増幅手段の動作が完全に停止されるわけではなく、定期的に動作する（待機状態が定期的になされる）ことになる。

【0021】要するに、この光増幅中継器の光増幅動作において、励起光源駆動回路 11 は信号光の入力が継続されている間、切り替え回路 10 によって出力制御回路 8 側に接続され、中継器出力が一定になるように制御される。又、信号光の入力が断状態になると中継器出力 Output は自然放出光のみになって光出力パワーは低下し、この増幅信号出力光における出力の減少は信号光検出・待機制御回路 7 で検出される。引き続き、信号光検出・待機制御回路 7 は切り替え回路 10 の接続をパルス発生回路 9 側に切り替えるべく切り替え制御信号を切り替え回路 10 へ出力する。この結果、励起光源駆動回路 11 には切り替え回路 10 を介してパルス発生回路 9 からの定期的なパルス信号が入力されるため、光増幅中継器は待機状態であっても光増幅動作が定期的に行われることになる。

【0022】ここで、パルス信号としては、例えばパルス幅は数ミリ秒、パルス周期は数秒程度とする。励起光源 12 からの励起光はこのパルス幅の間に励起され、光増幅が動作する。このとき、信号光が入力されていると光増幅された増幅信号出力光が中継器出力 Output として出力されることになる。又、この中継器出力 Output は信号光の入力の有無によって差を生じるが、信号光検出・待機制御回路 7 では常時この差を検出しているので、信号光の入力が回復された場合には切り替え回路 10 を出力制御回路 8 に接続することによって自動的に待機状態から通常的光増幅動作状態に復帰する。

【0023】図 2 は、この光増幅中継器による待機状態から通常的光増幅状態に復帰するまでの光増幅動作における各部の信号の関係を示したタイミングチャートである。図 2 からは、この光増幅中継器の光増幅動作によれば、中継器入力 In からの信号光 a の入力の有無に拘らず、パルス発生回路 9 からは定期的なパルス信号 p が出力されているので、中継器出力 Output からの増幅信号出力光 b は信号光 a の無入力状態ではパルス信号 p のパルス周期に対応した比較的レベルの低い矩形波となり、信号光 a の入力回復状態ではパルス信号 p とは無関係な比較的レベルの高い連続的な増幅波となることが判る。

【0024】図 3 は、本発明の他の実施例に係る光増幅中継器の基本構成を示したブロック図である。この光増幅中継器では、先の実施例の光増幅中継器と比べて、希土類添加光ファイバ (EDF) 2 が中継器入力 In の入力初段に設けられてる点と、光フィルタ 4 を用いていない点とを除けば、同じ構成となっている。

【0025】但し、ここでの光増幅手段は、希土類添加光ファイバ (EDF) 2、光波長合成カブラ (WDM) 1、光アイソレータ 3、及び励起光源 12 から成るもので、後方励起の光増幅を行う。

【0026】この光増幅手段では、入射された信号光を希土類添加光ファイバ (EDF) 2 が直接増幅し、その結果得られる増幅信号出力光を光波長合成カブラ (WDM) 1 へ出力する。光波長合成カブラ (WDM) 1 では、増幅信号出力光を励起光源 12 から励起される励起光との間で合波した後、励起光を除去する。これ以降に引き続くその他の構成部分による光増幅動作は先の実施例の場合と全く同様に行われる。即ち、この場合も光増幅手段は、入力無しの待機時にパルス発生器 9 からのパルス信号により定期的に光増幅動作され、再度信号光の入力が有ると出力制御回路 8 による通常的光増幅動作が行われ、待機状態から自動復帰する。

【0027】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の光増幅中継器によれば、入力初段に用いられていた光カブラを不要とし、信号光の入力の有無の検出結果に応じたパルス発生手段を用いての切り替え制御によって、待機状態においても光増幅手段による光増幅動作を完全に停止させずに定期的に動作させるようにしているので、信号光の入力が小さくても信号光の入力の有無を高感度に検出でき、しかも待機状態から通常的光増幅状態に復帰するまでの光増幅動作を適確にして安定性良く行い得ようになると共に、入力損失が小さくなって信号対雑音比が顕著に改善されるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例に係る光増幅中継器の基本構成を示したブロック図である。

【図 2】図 1 に示す光増幅中継器による待機状態から通常的光増幅状態に復帰するまでの光増幅動作における各部の信号の関係を示したタイミングチャートである。

【図 3】本発明の他の実施例に係る光増幅中継器の基本構成を示したブロック図である。

【図 4】従来の光増幅中継器の基本構成を示したブロック図である。

【符号の説明】

- 1、25 光波長合成カブラ (WDM)
- 2、26 希土類添加光ファイバ (EDF)
- 3、27 光アイソレータ
- 4、28 光フィルタ
- 5、24、29 光カブラ
- 6、30、34 光検出器
- 7 信号光検出・待機制御回路
- 8、31 出力制御回路
- 9 パルス発生回路
- 10 切り替え回路
- 11、32 励起光源駆動回路

(5)

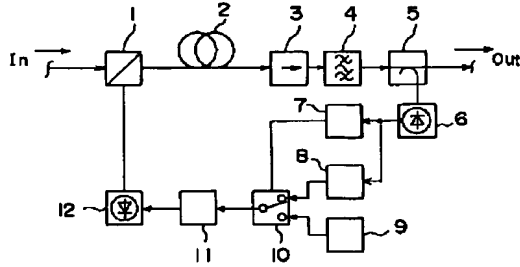
特開平7-154329

8

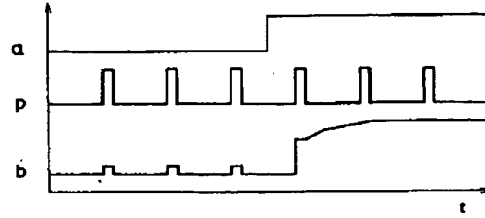
12, 33 励起光源

\* \* 35 信号入力検出・待機制御回路

【図1】



【図2】



【図4】

